

游艇关键造型特征的眼动追踪研究

李淑江, 孔鹏宇, 窦如宏, 张育辉
(青岛科技大学, 青岛 266061)

摘要: **目的** 为建立眼动数据和感性意象评价之间的数学关系, 提出一种基于眼动参数的造型评价方法。**方法** 以游艇为研究对象, 通过 SMIRE500 型眼动仪设备的应用, 结合语义差分法进行主观评价, 通过眼动追踪记录受试者在观看不同造型风格游艇时的眼动数据, 对采集的眼动数据进行单因素方差分析, 保留瞳孔直径大小、总注视时间、眼跳到该区域次数及首视点持续时间四项有效眼动数据, 并结合主观问卷探讨不同游艇的视觉认知规律, 采用多元线性回归方程进行数据建模, 明确各项眼动数据对感性评价的影响权重, 研究了被视者的眼动追踪数据与主观评价之间的关联关系。**结论** 建立眼动数据与感性评价之间的数学关系模型, 并验证了模型的有效性, 对产品造型方案评选及产品设计方案改进提供了有力的支持。

关键词: 眼动实验; 游艇设计; 造型特征; 语义差分法

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)24-0091-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.24.013

Eye Tracking on Key Modeling Features of Yachts

LI Shu-jiang, KONG Peng-yu, DOU Ru-hong, ZHANG Yu-hui
(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

ABSTRACT: The work aims to propose a modeling evaluation method based on eye movement parameters to establish a mathematical relationship between eye movement data and perceptual image evaluation. With yacht as the research object, the eye movement data of the subjects watching different styles of yachts was recorded by eye tracking through the application of SMIRE500 eye tracker and combined with semantic difference method for subjective evaluation. The eye movement data was analyzed by one-way analysis of variance to retain the four effective eye movement data of pupil diameter, total fixation time, eye frequency to the region and duration of the first viewpoint and subjective questionnaires were used to explore the visual cognition rules of different yachts. The multivariate linear regression equation was used to model the data, and the influence weight of various eye movement data on the perceptual evaluation was clarified. The relationship between the eye tracking data and the subjective evaluation of the subject was studied. The mathematical relationship model between eye movement data and perceptual evaluation is established, and the validity of the model is verified, providing strong support for product modeling selection and product design improvement.

KEY WORDS: eye movement experiment; yacht design; modeling feature; semantic difference method

近年来, 游艇逐渐引起人们的关注, 消费者期望在闲暇之余体验游艇生活所带来的乐趣和精神享受。消费者对游艇的认知并不仅仅停留在满足功能需求, 审美和象征意义越来越受到消费者的关注^[1]。研究表明, 具有明确造型定位的产品可以激发购买

者产生消费念头。因此, 基于感性意象的设计成为产品设计的研究热点^[2]。游艇设计具有高技术性与高情感相容共生的美学特征^[3], 其工程属性与情感属性共同构成游艇的造型特征, 是激活用户情感的关键信息^[4]。设计师希望将情感融入形态设计以能够唤醒消

收稿日期: 2020-09-05

作者简介: 李淑江(1976—), 男, 山东人, 博士, 青岛科技大学副教授, 主要研究方向为产品造型感性工学、人机交互及游艇设计。

费者的情感,激发消费者的喜好^[5],因此,游艇造型特征与消费者对其产生的感性意象,两者之间的关系就显得非常重要。

1 感性工学及其研究方法

感性工学(Kansei Engineering)是一种利用工程技术量化人类感受并将其转化设计元素的技术^[6]。Nagamachi指出感性工学旨在根据消费者的感受和需求产生新产品^[6],这项技术包括四个方面的内容:评估消费者对产品的感受;识别产品的设计特征;建立符合人机工程学的开发技术;根据消费者喜好调整产品设计方案。越来越多的设计师运用感性工学的方法研究消费者对产品的感性意象,基于感性认知进行产品造型设计,以满足消费者的心理期望。感性工学已经被广泛应用于汽车造型^[7-8]、人机界面^[9]、在线购物^[10]、游艇设计^[11]等多项产品设计中。其中,贵州大学的马丽莎等基于眼动指标(注视点数量、注视时间、平均注视时间)提取汽车造型特征线并进行显著性分析,调整贝塞尔曲线的控制点坐标,生成新的设计方案^[12]。东南大学的刘青,薛澄岐等运用眼动跟踪技术,对注视点、平均注视时间以及行为指标,对轻轨站台的人机交互界面进行了可用性评估,并对新旧方案做了对比^[7]。

了解造型特征与消费者对产品的感性认知之间的关系,可以帮助设计师充分了解消费者的意愿,进行恰当的风格改造。常用的方法有主观评价法和生理测量法:

1.1 主观评价法

传统的感性工学通常采用主观评价的方法,如语义差异法、口语分析法、PAD(Pleasure-displeasure、Arousal-nonarousal、Dominance-submissiveness)三维情感模型、情绪板等测量方法。其中基于问卷调查的语义差分法最为常用,具有方便实施,操作灵活的特点。

主观评价法是从目标用户的感性调查开始的。这种手法的一般程序为:收集感性词汇与收集典型样本图片;建立语意意象空间;选择设计要素;根据产品实例评价感性词汇;感性评价尺度转化为工学尺度;

设计要素与感性意象的关系研究;结果验证。

主观评价法得到的数据很容易受到被访者所处的环境、自愿参与程度、产品之间对比困难、内心状态的错误感觉,甚至提出要求的客户意见的影响。因此,这种调查的结果并不能表达消费者感知的真相,甚至会误导设计^[13]。

1.2 生理测量法

生理测量法主要是借助测量仪器测试被试者的神经反射、脑电波、肌电、眼动轨迹等对外界刺激产生的生理变化。常用的生理测量仪器有眼动仪、脑电仪、心电、皮电、面部表情分析系统等^[14]。其中最常用的是眼动轨迹追踪法。消费者对产品的感知印象主要受产品外观的影响,因此视觉是获取产品信息的第一个渠道,并将影响用户未来的行为和使用该产品的意图^[15]。眼动追踪作为一种生理测量技术。这种方法的一般程序如下:对选出的测试样本进行眼动追踪实验;记录眼动轨迹、注视点的数量、热区图、注视时间等被试者的眼动数据;将观测到的数据进行归纳整理;计算评价结果的平均值,获得影响被试视觉的关键特征及一般特征。生理学测量为消费者体验提供了客观依据,但是测量手段存在局限,反馈结果只能体现情感的强度,却难以体现思维层的信号是反映视觉体验的正面影响还是负面影响^[16]。

2 眼动技术与眼动指标

眼动技术是一种通过机器视觉技术记录和分析被试的眼球运动来探究人的心理活动的技术。通过眼动追踪系统记录眼动轨迹,从中提取注视时间、注视次数、眼跳时间等数据,从而研究受试者的内在认知过程。心理学表明,人的情感和和心理反应会在观看事物的时候通过视觉通道体现出来^[17],也就是说,眼动行为可以作为评判视觉认知活动的有力依据^[18]。眼动数据包含多个指标:平均注视点数、瞳孔直径大小、总注视时间、眼跳到该区域的次数、首次点持续时间。每个指标都有特定的意义和应用范围,选择合适的指标建立眼动数据与感性评价的映射关系是本文研究的重点之一,见图1。

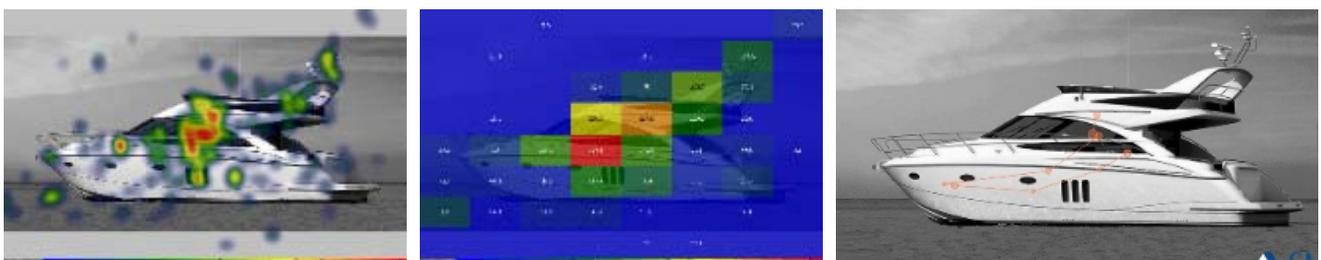


图1 眼动轨迹数据
Fig.1 Eye tracking data

2.1 眼动轨迹

眼动轨迹通过清晰地记录被试的视觉顺序，能够真实地反映人的行为意图。该指标是研究被试者客观思考过程的重要指标，反映了被试者观看视觉材料时的视觉策略。

2.2 兴趣区划分

兴趣区的划分是为了清晰地了解参与者的关注区域，在兴趣区内的停留时间和关注不同兴趣区的次序是考察被试如何分配注意力的重要指标。划分兴趣区是眼动研究的常用手段和方法。

2.3 注视点数和注视时间

在某个区域内的注视点数和注视时间越久，代表这个区域包含的信息量越大或越难，被试理解该区域所花费的时间越长，不仅如此，注视点数和注视时间也代表观看者对该作品的兴趣和重视程度，注视点数越多，注视时间越长，说明观看者对该事物更感兴趣^[14]。

2.4 热区图

热区图是眼动数据的常见的表现形式，它能直观反映被试对测试材料各个区域的关注程度。热点图用颜色深浅表示用户的注视情况，常用注视点数量和注视点时间作为热点图指标。

眼动追踪实验被大量地应用在设计领域中，尤其在包装设计评价、交互界面的设计评价、可用性评价等。Desmet 认为，视觉可以获取产品的最大数量的信息，并且可以快速完成数据获取^[19]。此外，研究还发现，在产品购买体验中，视觉具有最重要的意义^[20]。产品引发的大多数感受是由初始的视觉感知所引导的，人们会首先意识到“我想要它”，然后会问“它是什么”和“它需要多少钱”^[21]。因此消费者的主观感受比他们对商品价格的购买决策更重要。因此，一些研究已经放弃使用传统的调查问卷的方式评估用户的情感，而是对潜意识信号进行生理测量来评估用户偏好。

在这种背景下，研究者对眼动跟踪技术展开了大量的研究工作。Hess、Bradley 等人试图通过测量瞳孔的大小来评估视觉刺激引起的情绪反应^[22]，但是对于情感刺激和瞳孔大小之间关系的研究一直存在争议。大量的研究表明，消费者对产品的感性评价和一组眼动数据相关，而不是受某个单一的眼动数据影响。虽然有研究者用主观评价法论证了产品的造型要素和感性意象之间的映射关系，也有部分学者运用眼动轨迹数据评价产品的造型要素的唤醒程度。但是，却没有能够揭示眼动轨迹数据和感性意象之间的数学关系（见图 2）。因此，本文希望通过游艇感性评价建立多项眼动数据与感性意象评价之间的数学关系模型，并检验其有效性。

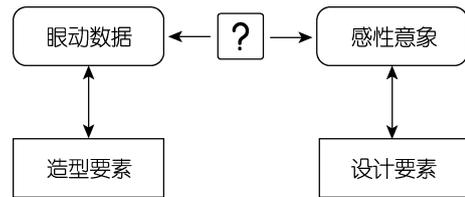


图 2 眼动数据与感性意象关系

Fig.2 Eye movement data and perceptual image relationship



图 3 眼动仪

Fig.3 Eye tracker

表 1 设备参数

Tab.1 Device parameters

采集方式	采样率	显示设备	显示像素
双眼	250 Hz	17" TFT	1280×1024

3 研究方法与流程

3.1 研究方法

本课题采用感性工学的方法，选取二十个不同风格的游艇作为实验研究对象，通过眼动追踪实验记录受测者在观看不同游艇形态时的眼动数据，并结合主观问卷探讨不同游艇的视觉认知规律。提取眼动数据，首先对被试者观看时间做单因素方差分析，检验游艇尺寸分类对受试者的影响，然后以游艇造型方案评分为影响因子对实验数据做单因素方差分析，剔除了平均注视时间这项因子，对剩余四项眼动指标做相关性检验并做回归分析，建立数学模型。

3.1.1 实验对象

本次实验对象为工业设计专业和机械设计专业的在校学生，被试对象视力均正常，有效受试者为二十人，其中男十人，女十人。

3.1.2 实验仪器

本实验使用 SMIREDS500 远程眼动仪进行测试，见图 3。该设备由硬件和软件两个部分组成。硬件部分包括一个电脑主机（眼动追踪服务器 TET Server），一个带有眼球追踪仪显示器 TET Display（受试者操作），和一个显示器组成（见表 1），另外还有一个摄像头用来记录受试者测试过程。软件部分使用 clearview2.70 程序来记录、分析和导出眼动数据。

3.1.3 实验材料

本次实验样本为二十张不同风格的游艇侧视图，

为避免材质及色彩对测试内容（造型形态）的影响，将所有图片经 Photoshop 处理，将可能影响视觉因素的色彩处理成灰阶，即将高清图片处理成黑白图片，使干扰项减到最少。同时，为了保证实验观看效果，所有的图片都被处理成 1280×1024 像素大小，与眼动仪显示屏相同尺寸。眼动实验兴趣区划分见图 4。

3.1.4 实验步骤

1) 在实验开始之前，对被试者提前进行实验流程与注意事项的说明，待受试者进入专业感性工学实验室后，让其坐在距离眼动仪 60 cm 处，并保持端正姿态。

2) 运行眼动仪专用软件 Clearview2 程序，进行校准。

3) 预实验：要求被试者注视电脑屏幕，屏幕会出现一张游艇的图片，受试人员进行观看。确保受试者已完全掌握实验流程之后，主试人员说明实验指导语。

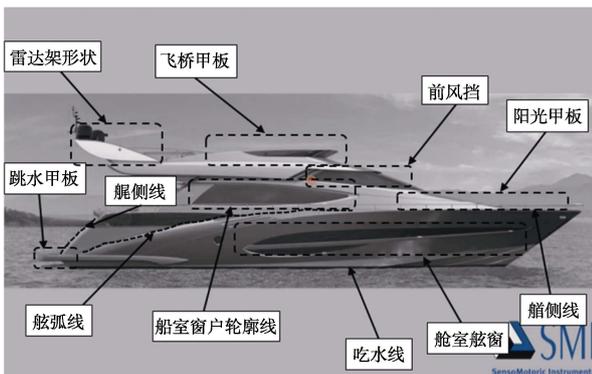


图 4 眼动实验兴趣区划分

Fig.4 Eye movement experiment area of interest

4) 开始正式实验：实验过程中要确保受试者坐姿适当，整个实验流程会持续大约 15 min。

5) 眼动仪（频率 250 Hz）自动记录并保存所有实验数据。

6) 在受试者观看完所有图片之后，进行主观调查问卷的填写。

3.2 实验结果

由于不同型号游艇的结构不同，根据各游艇样本的尺度不同，将三个游艇样本分为小型游艇、中型游艇、以及大型游艇进行分析对比。通过观察被试在观看游艇时的先后顺序总结得出，见表 2。结合表 2 和大、中、小型游艇观看路径图（见图 5）可以知道，

表 2 造型特征观看顺序
Tab.2 Modeling feature watching order

观看	游艇类型		
	大型游艇	中型游艇	小型游艇
1	船室窗户轮廓线	舱室舷窗	舱室舷窗
2	舱室舷窗	船室窗户轮廓线	船室窗户轮廓线
3	前风挡	飞桥甲板	前风挡
4	艏、艉侧线	前风挡	舷弧线
5	飞桥甲板	舷弧线	艏、艉侧线
6	雷达架形状	吃水线	雷达架形状
7	阳光甲板	跳水甲板	吃水线
8	舷弧线	雷达架形状	阳光甲板
9	吃水线	阳光甲板	跳水甲板
10	跳水甲板	艏、艉侧线	—

注：由于所选小型游艇没有飞桥甲板，所以该造型特征在此忽略

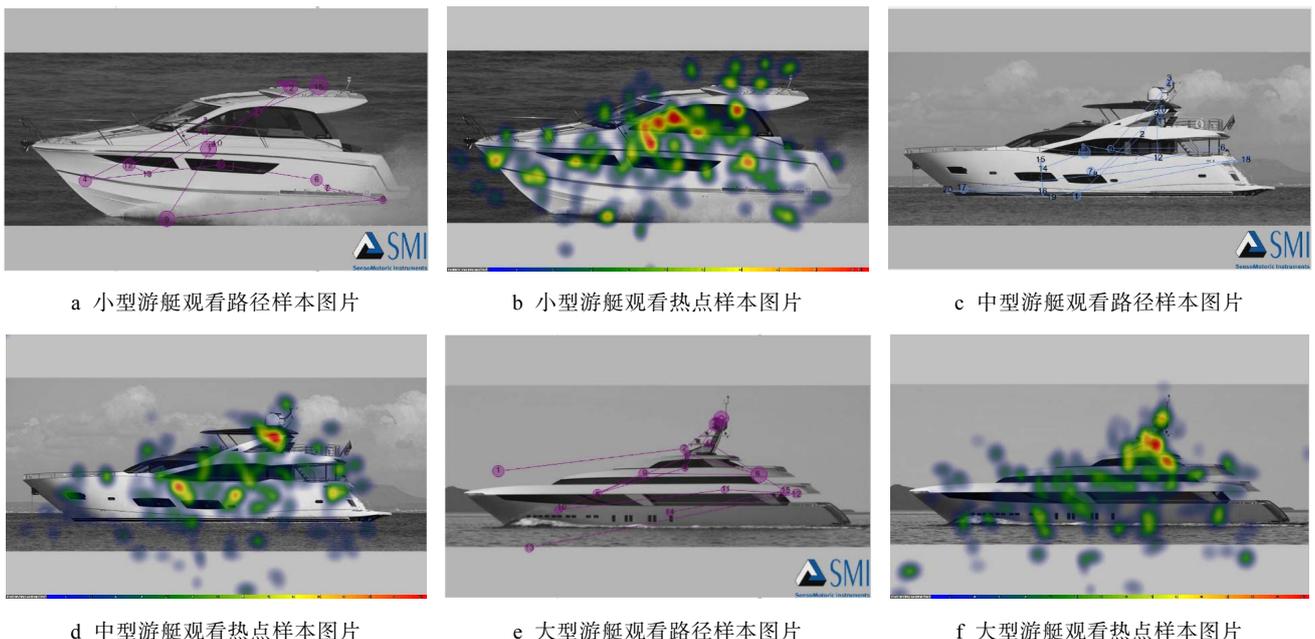


图 5 大、中、小行游艇的眼动跟踪记录（部分）

Fig.5 Eye tracking record of large, medium and small yachts (partial)

表 3 造型特征的平均观察时间长度
Tab.3 Average watchingtime of the modeling feature /ms

兴趣区	大型游艇	中型游艇	小型游艇
舷弧线 (SD)	115.80 (36.66)	147.92 (70.34)	110.93 (49.46)
艏艉侧线 (SD)	41.05 (23.02)	48.08 (22.01)	66.30 (28.83)
舱室舷窗 (SD)	283.00 (86.17)	184.38 (51.23)	226.37 (161.96)
吃水线 (SD)	55.92 (17.91)	43.22 (14.83)	45.57 (28.69)
船室窗户轮廓线 (SD)	254.40 (82.65)	229.05 (69.24)	95.67 (67.72)
雷达架形状 (SD)	119.28 (67.07)	92.73 (44.14)	25.70 (36.35)
前风挡 (SD)	111.40 (74.91)	51.13 (22.92)	157.73 (106.70)
飞桥甲板 (SD)	242.23 (67.72)	155.73 (60.73)	—
阳光甲板 (SD)	99.53 (43.30)	123.70 (50.86)	56.07 (8.58)
跳水甲板 (SD)	80.88 (31.94)	92.17 (48.06)	57.23 (5.34)

注：括号中的数据表示标准差；由于所选小型游艇没有飞桥甲板，所以该造型特征在此忽略

表 4 观看时间方差齐性检验结果
Tab.4 Watchingtime variance homogeneity test result

Levene 统计量	df1	df2	显著性
1.126	2	27	0.339

表 5 观看时间单因素方差分析结果 (ANOVA)

Tab.5 One-way ANOVA results of watching time (ANOVA)

统计量	平方和	df	均方	F	显著性
组间 (组合)	14379.730	2	7189.865	1.390	0.266
线性项对比	14311.250	1	14311.250	2.767	0.108
偏差	68.480	1	68.480	0.013	0.909
组内	139659.949	27	5172.591		
总数	154039.680	29			

受试者在观看大中小型游艇时的兴趣区顺序略有差异，但是明显可以看出，全数受试者观看时的第一注视位置基本上停留在游艇的中间位置，即集中在游艇舱室舷窗、游艇舱室舷窗和驾驶室，然后视线再转向其他位置区域。造型特征的平均观察时间长度见表 3。

观看时间方差齐性检验结果见表 4，Levene 方差同质性检验的 P 值为 0.339，大于 0.05 的显著性水平，因此可以假设样本数据之间的方差是均匀的。

游艇类型单因素方差分析结果见表 5。在该表中可以看出，组间平方和为 14379.730，组内平方和为 139659.949，显著性数值为 0.266，大于显著性水平 0.05，因此受试者在不同游艇类型观看总时间上没有显著差异。

再结合 Krustal-WallisH 检验结果，见表 6—7，表 6 中易知各组的平均秩，表 7 中可以得知卡方值为 16.234，自由度为 9，渐进显著性水平为 0.062，大于 0.05。所以游艇尺寸大小对受试者观看游艇造型的感性评价没有影响。

表 6 观看时间秩

Tab.6 Watching time rank

眼动数据	兴趣区	N	秩均值
观看 时间	舷弧线	3	19.33
	艏、艉侧线	3	6.67
	舱室舷窗	3	27.00
	吃水线	3	5.67
	船室窗户轮廓线	3	23.67
	雷达塔架	3	12.00
	前风挡	3	16.33
	飞桥甲板	3	17.33
	阳光甲板	3	15.33
	跳水甲板	3	11.67
	总数	30	

表 7 Krustal-Wallis H 检验结果

Tab.7 Kruskal-Wallis H test results

统计量	观看时间
卡方	16.234
df	9
渐进显著性	0.062

4 数学评估模型

4.1 多元线性回归模型

多元线性回归方程的经验模型是：

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_1 + \hat{\beta}_2 x_2 + \dots + \hat{\beta}_k x_k \quad (1)$$

其中： k 为解释变量的数目； $\beta_j (j=1,2,\dots,k)$ 为回归系数。

为建立数学模型，筛选出与游艇造型特征评分相关的眼动数据，运用 SPSS19.0 软件，以被视者对游艇造型方案评分值为影响因素，对多组兴趣区眼动数据做单因素方差分析。为检验可行性，在分析前对各项眼动数据做方差齐性检验，结果见表 8。

对表8中眼动数据方差齐性检验结果进行分析, 除平均注视点数显著性水平值小于0.05, 不可以进行单因素方差分析, 其余数据均符合要求。

由单因素方差分析结果(见表9)可知, 各项眼动数据的显著性水平均小于0.05, 表明这四项眼动数据与游艇造型方案评分相关, 即所选眼动数据可用于该数学建模中。

4.2 建立数学模型

通过对筛选出的四项眼动数据做相关性分析, 得到各项眼动数据之间的相关性系数分析结果, 见表10。

变量之间的相关系数越接近1, 表明变量之间的

表8 兴趣区眼动数据方差齐性检验

Tab.8 Homogeneity test of variance of eye movement experiment data in interest area

眼动数据	统计量	df1	df2	显著性
平均注视点数	12.809	2	57	0.000
瞳孔直径大小	3.964	2	57	0.052
总注视时间	2.712	2	57	0.075
眼跳到该区域次数	3.092	2	57	0.053
首视点持续时间	1.807	2	57	0.173

表9 眼动实验数据单因素方差分析

Tab.9 One-way analysis of variance of eye movement test data

眼动数据	F	显著性
瞳孔直径大小	22.411	0.000
总注视时间	10.959	0.000
眼跳到该区域次数	10.252	0.000
首视点持续时间	10.248	0.000

表10 眼动数据相关系数

Tab.10 Eye movement data correlation coefficient

眼动数据	瞳孔直径大小	总注视时间	眼跳到该区域次数	首视点持续时间
瞳孔直径大小	1	0.543	0.411	0.586
总注视时间	0.543	1	0.751	0.860
眼跳到该区域次数	0.411	0.751	1	0.712
首视点持续时间	0.586	0.860	0.712	1

表13 回归方程系数

Tab.13 Regression equation coefficient

模型	眼动数据	非标准化系数		标准系数	t	Sig.
		B	标准误差	试用版		
1	(常量)	-1.687	0.884		-1.908	0.062
	平均瞳孔直径	-0.002	0.001	-0.077	-1.850	0.070
	首视点持续时间	-0.001	0.003	-0.032	-0.465	0.644
	眼跳到该区域次数	0.033	0.056	0.031	0.593	0.556
	总注视时间	0.009	0.001	1.013	14.129	0.000

相关性越强, 有相关性分析结果(如表10)可知筛选出的各项数据间存在多重相关性。且显著性水平均小于0.05, 所以各项眼动数据之间相关关系是正向的并且相关性很强。

4.3 回归分析

模型汇总见表11, 能够得到该计算模型拟合度R值为0.969, 调整后R方的值为0.934, 说明该回归模型选定的自变量因素可以很大程度上说明因变量, 因此认定此模型能够预测受试者所得到的感性评价。

离散分布见表12, 可以得出模型的F统计量的观察值为209.441, 显著性为0.000均小于显著性0.05, 说明该模型显著性可信。

回归方程系数见表13, 可以得出平均瞳孔直径、首视点持续时间、眼跳到该区域次数和总注视时间的偏相关系数分别为-0.002, -0.001, 0.033和0.009, 其中影响最大的是总注视时间, 影响因素概率P值为0.000, 小于0.05。最后通过整理得到回归方程如下:

$$y = -1.687 - 0.002x_1 - 0.001x_2 + 0.033x_3 + 0.009x_4 \quad (2)$$

在整理得到的回归方程中, 平均瞳孔直径 x_1 系数为负值, 表明平均瞳孔直径与被试所测分值呈现负相关性, 所以受试者在观看游艇造型特征时表现的瞳孔直径越小, 被试者对该造型特征的喜好程度越弱。首视点持续时间系数也为负值, 相同的道理, 说明首视点持续时间与被试评分间亦呈现负相关性, 说明当游艇造型方案首次被注视的时间顺序越往后, 即被试者对其喜好程度相对就越低。

表11 模型汇总

Tab.11 Model summary

模型	拟合度	R方	调整后R方	标准预估的误差
1	0.969	0.938	0.934	0.284

表12 离散分布

Tab.12 Discrete distribution

模型	统计量	平方和	t	均方	t	显著性
1	回归	67.736	4	16.934	209.441	0.000
	残差	4.447	55	0.081		
	总计	72.183	59			

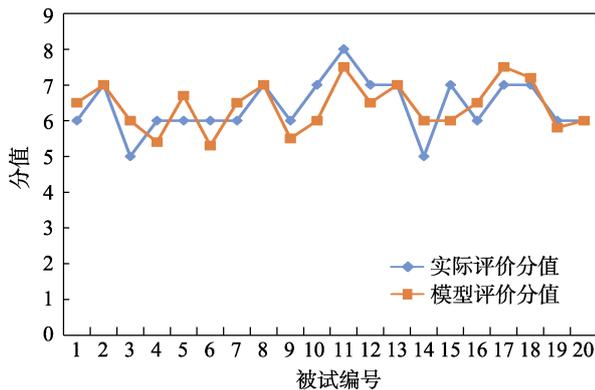


图6 游艇分值评价折线

Fig.6 Yacht score evaluation line

除平均瞳孔直径 x_1 系数和首视点持续时间 x_2 系数为负值，其余都为正值。说明眼跳到该区域次数、总注视时间与被试评分呈现正相关性。其中，眼跳到该区域次数 x_3 ，被试眼跳到该方案次数越多，表明对该方案的喜好程度越高。总注视时间 x_4 系数，表明被试者对游艇某造型特征停留时间越长，被视对象对此造型方案的兴趣越强烈。

4.4 模型验证

基于随机选取的一组上述眼动实验数据，并将被试者眼动数据带入到造型方案数学评选模型中，得到相应的模型评价计算分值，并与被试方案实际评价分值进行对比分析。游艇分值评价折线见图6，很明显，实际评分值与模型计算值曲线基本相拟合，证明该模型具备较高的可靠性，因此认定模型有效。

5 结语

本文通过分析游艇造型方案评选的感知过程，提取多项眼动数据，选择了建模程序并分析了过程，并对该模型进行了分析。本实验验证了各项眼动实验指标与受试者量化评分之间建立回归方程这种方法的可行性，运用眼动追踪预测可以降低主观因素的干扰，使用户对产品的体验更加客观，为产品评估提供了一种新的方法。同时，为设计人员对产品方案的改进、评选提供了新的启示。

参考文献：

- [1] SHIEH M D, HSU F C, HUANG C W. A Study on the Relationship between Form Features and Images of Concept Bicycles Using the Theory of Archetype[C]. International Conference on Human-Computer Interaction, 2017.
- [2] 刘征宏, 潘伟杰, 吕健, 等. 基于因子分析和聚类分析的情感维度提取[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2016(3): 4-8.
LIU Zheng-hong, PAN Wei-jie, LYU Jian, et al. Emoti-

onal Dimension Extraction Based on Factor Analysis and Cluster Analysis[J]. Combined Machine tool and Automatic Chemical Processing Technology, 2016(3): 4-8.

- [3] 郑刚强, 乔柏钧, 刘明德. 融契之美——高端传播设计艺术中蕴含的美学精神[J]. 艺术设计研究, 2017(2): 89-93.
ZHENG Gang-qiang, QIAO Bai-jun, LIU Ming-de. The Beauty of the Marriage: the Aesthetic Spirit Contained in the Art of High-end Communication Design[J]. Art Design Research Research, 2017(2): 89-93.
- [4] 王贞, 赵江洪. 汽车造型的工程属性与情感属性的映射关系研究[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 24.
WANG Zhen, ZHAO Jiang-hong. Research on the Mapping Relationship between Engineering Attributes and Emotional Attributes of Automobile Modeling[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 24.
- [5] 罗仕鉴, 朱上上. 用户的产品造型风格感性认知研究[J]. 包装工程, 2005, 26(3): 179-182.
LUO Shi-jian, ZHU Shang-shang. Research on the Perceptual Cognition of Users' Product Modeling Style[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(3): 179-182.
- [6] Mitsuo Nagamachi. Kansei Engineering: a New Ergonomic Consumer-oriented Technology for Product Development[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 1995(1): 3-11.
- [7] 黄琦, 孙守迁. 基于意象认知模型的汽车草图设计技术研究[J]. 浙江大学学报, 2006, 40(4): 553-559.
HUANG Qi, SUN Shou-qian. Research on Vehicle Sketch Design Technology Based on Image Cognitive Model[J]. Journal of Zhejiang University, 2006, 40(4): 553-559.
- [8] 王震亚, 李海旺. 基于眼动追踪技术的汽车造型特征提取与认知研究[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 54-58.
WANG Zhen-ya, LI Hai-wang. Research on Vehicle Modeling Feature Extraction and Cognition Based on Eye Tracking Technology[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 54-58.
- [9] 刘青, 薛澄岐, Falk Hoehn. 基于眼动跟踪技术的界面可用性评估[J]. 东南大学学报(自然科学版), 2010, 40(2): 331-334.
LIU Qing, XUE Cheng-qi, Falk Hoehn. Interface Usability Assessment Based on Eye Tracking Technology[J]. Journal of Southeast University (Natural Science Edition), 2010, 40(2): 331-334.
- [10] Hong-Fa Ho. The Effects of Controlling Visual Attention to Handbags for Women in Online Shops: Evidence from Eye Movements[J]. Computers in Human Behavior, 2014, 30: 146-152.
- [11] 李淑江, 徐博成, 杨卫民. 游艇设计要素的形态语义分析[J]. 包装工程, 2018, 39(2): 174-179.
LI Shu-jiang, XU Bo-cheng, YANG Wei-min. Morphological and Semantic Analysis of Yacht Design Elements[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(2): 174-179.

(下转第117页)